

EMPATIA-CM: Comprehensive Protection of Gender-based Violence Victims through Multimodal Affective Computing *

EMPATÍA-CM: protección integral de las víctimas de violencia de género Mediante computación Afectiva multimodal

ROSA SAN SEGUNDO

Universidad Carlos III de Madrid
Madrid, 126, 28903 Getafe, Madrid

RSAN@BIB.UC3M.ES

ORCID:0000-0002-1449-8175

CELIA LÓPEZ ONGIL

Universidad Carlos III de Madrid
Madrid, 126, 28903 Getafe, Madrid

CELIA@ING.UC3M.ES

ORCID:0000-0001-9451-6611

RECIBIDO: 01/11/2021

ACEPTADO: 10/01/2022

DOI: <https://doi.org/10.24197/st.1.2022.1-33>

Resumen:

El proyecto EMPATIAMC comienza en enero de 2019, a cargo de un equipo multidisciplinar formado por el Instituto de Estudios de Género de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M-IEG, con personal investigador de varias ramas de las Ciencias Sociales y las Humanidades) y por el grupo UC3M-TEC (formado a su vez por personal investigador de varias ramas de la Ingeniería), con el objetivo fundamental de entender las reacciones de las víctimas de la Violencia de Género (VG) ante situaciones de peligro, generar mecanismos de detección automática de estas situaciones y estudiar cómo reaccionar de forma integral, coordinada y eficaz para protegerlas de la mejor forma posible. Este objetivo se divide en seis subobjetivos, que demuestran la necesidad y valor añadido del enfoque multidisciplinar.

Abstract:

The EMPATIAMC project begins in January 2019, executed by a multidisciplinary team formed by the Institute of Gender Studies in Universidad Carlos III of Madrid (UC3M-IEG, with research staff from several branches of the Social Sciences and Humanities) and by the UC3M-TEC group (formed in turn by research personnel from several branches of Engineering), with the fundamental objective of understanding the reactions of victims of Gender-based Violence (GBV) to dangerous situations, generate mechanisms for automatic detection of these situations and study how to react in a comprehensive, coordinated and effective way to protect them in the best possible way. This objective is divided into six sub-objectives, which demonstrate the need and added value of the multidisciplinary approach.

* El proyecto EMPATÍA-CM (Ref: Y2018/TCS-5046) está financiado dentro del programa de proyectos sinérgicos de I+D en nuevas y emergentes áreas científicas en la frontera de la ciencia y de naturaleza interdisciplinar, cofinanciado con los Programas Operativos del Fondo Social Europeo y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, 2014-2020, de la Comunidad de Madrid

EMPATIA aúna sistemas ciberfísicos y computación afectiva proponiendo un protocolo integral que mejora la protección de las víctimas de violencia de género con una solución capaz de avisar de forma automática, inmediata y remota de situaciones de riesgo.

Cerca del final del proyecto, es el momento de hacer balance del trabajo realizado y los resultados alcanzados, presentando las aportaciones en cada uno de los subobjetivos planteados en la propuesta del proyecto.

Palabras clave: Computación Afectiva Multimodal, Sistemas Ciberfísicos, Inteligencia Artif

EMPATIA combines cyberphysical systems and affective computing proposing a comprehensive protocol that improves the protection of victims of gender violence with a solution capable of automatically, immediately and remotely warning of risk situations.

Close to the end of the project, it is time to assess the work done and the results achieved, presenting the contributions in each of the sub-objectives raised in the project proposal.

Keywords: Multimodal Affective Computing, Cyberphysical systems, Artificial Intelligence, Gender-based Violence, Wireless Sensor Networks.

1. UC3M4SAFETY: EQUIPO INTERDISCIPLINAR PARA LA DETECCIÓN, PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA LA VIOLENCIA HACIA LAS MUJERES

El proyecto EMPATIA-CM¹ está financiado dentro del programa de proyectos sinérgicos de I+D en nuevas y emergentes áreas científicas en la frontera de la ciencia y de naturaleza interdisciplinar, cofinanciado con los Programas Operativos del Fondo Social Europeo y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, 2014-2020, de la Comunidad de Madrid. Este proyecto está realizado por un consorcio formado por dos grupos de investigación que reúnen personal de diferentes áreas de conocimiento. Sin embargo, este consorcio no se formó ad-hoc para el proyecto sino que tiene su germen en el equipo UC3M4Safety, creado en 2017 (https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/inst_estudios_genero/proyectos/UC3M4Safety_es), un grupo interdisciplinar cuyo personal investigador proviene de más de 15 áreas de conocimiento diferentes² y que decidió aplicar sus conocimientos para utilizar los más recientes sensores inteligentes, algoritmos inteligentes de reconocimiento de emociones y seguridad en redes inalámbricas para crear un dispositivo que proteja a las víctimas de violencia de género (VVG).

En el ámbito del presente proyecto, el personal investigador que compone el consorcio ha colaborado previamente entre sí, y con grupos de investigación dentro de la propia Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), así como con otros grupos nacionales e internacionales. En este sentido, ya se ha trabajado en la propuesta, diseño y desarrollo de un sistema para evitar las agresiones sexuales a las mujeres, en

¹ En adelante EMPATIA

² Periodismo, Comunicación Audiovisual y Publicidad, Biblioteconomía y Documentación, Sociología, Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social, Derecho Procesal, Economía Aplicada, Estadística e Investigación Operativa, Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Telemática, Ingeniería de Sistemas y Automática, Teoría de la Señal y Comunicaciones, Ingeniería Mecánica, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial.

el concurso internacional (Anu and Naveen Jain Women's Safety XPRIZE), llegando a la semifinal en abril de 2018, Bombay³.

Con el convencimiento de la enorme dimensión del problema social y del gran impacto potencial de acciones como ésta, 20 investigadoras e investigadores diseñamos un “sistema y método para determinar un estado emocional de un/a usuario/a”, reconocido como modelo de utilidad en la Oficina de Patentes y Marcas Española en el año 2021. Este modelo de utilidad es la idea seminal de la investigación científica y la tecnología necesaria para proteger a las víctimas de VG que se está realizando con el proyecto EMPATIA.

Es una solución novedosa por la cantidad de áreas implicadas, una respuesta global a un problema universal que debe ser abordado desde diferentes perspectivas, pero con un fin común. “*Bindi*”, que así llamamos al dispositivo, es capaz de reconocer emociones a través del procesamiento multimodal de señales fisiológicas y físicas – audio y voz –, y más concretamente monitorizar de manera automática y portátil el estado emocional de una persona, con la posibilidad de comunicarlo a terceros o establecer, por ejemplo, medidas de seguridad como el envío de alarmas a una red de contactos o emergencias ante una situación de peligro.

Con EMPATÍA, hemos dado un gran paso adelante en la investigación del problema específico de la VG, los fenómenos cognitivos subyacentes y observables mediante dispositivos actuales y futuros, su modelado computacional con las técnicas más modernas de procesado de la señal y el aprendizaje máquina y el uso de las redes de comunicaciones y sociales para proteger a las víctimas de VG rediseñando los protocolos y políticas de protección a la luz de las facilidades que ofrece la tecnología.

La violencia de género es un tipo de violencia que afecta a las mujeres por el mero hecho de serlo. Constituye un atentado contra la integridad, la dignidad y la libertad de las mujeres, independientemente del ámbito en el que se produzca. Se trata de una lacra social que afecta a todos los países y a toda la sociedad, se hace preciso que todos los agentes sociales se impliquen en la cuestión e investiguen fórmulas que busquen soluciones efectivas. La respuesta interdisciplinar que aquí se propone permite aunar los conocimientos científicos de diferentes perfiles investigadores científicos y sociales para intentar dar una respuesta a un problema mundial, a una lacra social universal. El valor añadido de la colaboración es, por consiguiente, muy grande, ya que hasta la fecha los procedimientos han tenido un enfoque unidisciplinario, basado en aplicar vigilancia policial a partir de una estimación de riesgo, en el análisis social del problema o en medidas de control telemático de las órdenes de alejamiento, sin incluir en la solución del problema a las propias víctimas.

³<https://www.xprize.org/prizes/womens-safety/articles/21-semifinalist-teams-advancing-womens-safety>

1.1. El equipo: UC3M-TEC y UC3M-IEG

EMPATIA ha reunido a un equipo investigador de 24 personas (13 de UC3M-TEC y 11 de UC3M-IEG) de los cuales 23 tienen el grado de doctor/a: 4 catedráticos de universidad (dos mujeres y dos hombres), 11 profesoras titulares de universidad (nueve mujeres y dos hombres), 8 profesoras doctoras no permanentes (seis mujeres y cuatro hombres), y 1 persona investigadora en formación (PIF) (hombre). El equipo se completa con 2 técnicos de laboratorio especialistas en diseño, fabricación y montaje de dispositivos electrónicos, que nos han permitido abordar los primeros prototipados del sistema⁴. La plantilla combina a la perfección la experiencia y la juventud lo que ha hecho que este proyecto salga adelante, ayudando a que el personal laboral se establezca y promocionando así la retención del talento universitario.

El consorcio de EMPATIA contempla un amplísimo espectro de disciplinas totalmente acorde con el problema que se está abordando. Así, los dos grupos de investigación provienen de dos campus de la UC3M (Getafe y Leganés) especializados en el área de las ciencias sociales (UC3M-IEG) y de las tecnologías de la información y la ingeniería (UC3M-TEC). El plan de trabajo de EMPATIA se diseñó para fomentar las interacciones entre estas áreas con continuos lazos de realimentación de una sobre la otra estableciendo un entorno propicio para la aparición de sinergias enriquecedoras.

Además, tenemos que destacar que esta interdisciplinariedad también se propaga dentro de los dos grupos que conforman EMPATIA ya que en ambos casos los participantes provienen de diferentes departamentos universitarios presentando un crisol de habilidades y conocimientos verdaderamente vasto y alineado con las necesidades de este proyecto: desde las Ciencias Sociales, la Comunicación, el Derecho, la Biblioteconomía y la Estadística que aporta UC3M-IEG hasta la Tecnología Electrónica, la Telemática y las Teoría de Señal y Comunicaciones que brinda UC3M-TEC. En particular, dentro de UC3M-IEG contamos con expertas en: análisis social con una dilatada experiencia en VG, comunicación, derecho social e internacional, derecho privado, protección de datos y estadística aplicada. Por parte de UC3M-TEC la experiencia abarca la instrumentación electrónica, el diseño de sistemas distribuidos, sensores, sistemas embebidos, instrumentación, aceleración hardware, adquisición y procesamiento de señales multimodales, percepción y cognición computacionales, aprendizaje máquina, redes de comunicaciones, fiabilidad y aplicaciones telemáticas.

⁴ En el equipo se han incluido posteriormente más personas, bien por incorporaciones de personal investigador para apoyar algunas tareas del proyecto, bien por inclusión de personal externo por su experiencia y conocimiento en temas concretos (sin remuneración) o bien por subcontratación.

2. ANTECEDENTES

Las agresiones por Violencia de Género (VG) son un problema real en el siglo XXI y afecta especialmente a los grupos más vulnerables de las unidades familiares y de la sociedad. El convenio de Estambul (Convenio Estambul, 2011) adoptado por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos en 2000 y ratificado por la mayoría de estados de la Unión Europea en 2014, distingue entre violencia contra las mujeres y violencia doméstica, incluyendo en esta última a todos los miembros de la unidad familiar, pero resalta en sus distintos artículos la necesidad de proteger a las mujeres contra ambos tipos de violencia: “la violencia contra las mujeres es uno de los mecanismos sociales cruciales por el cual las mujeres son forzadas a una posición subordinada en comparación con los hombres”.

Además, en la Unión Europea, muchos Estados miembros siguiendo las recomendaciones del tratado de Lisboa (Tratado Lisboa, 2007), están llevando a cabo acciones para prevenir, investigar y mitigar la violencia doméstica, pero su espíritu y resultados varía enormemente según cada estado de la Unión, pues no hay una legislación común, aunque sí un intento serio de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS-ONU, 2015), especialmente el 5 “Igualdad de Género” (*Ending Gender-based Violence*, 2020). España es un referente fundamental en el mundo por el modo de afrontar la lucha contra la VG, con la aprobación por unanimidad en 2004 de la Ley Orgánica 1/2004, Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género (Ley Orgánica 1/2004), y en diciembre de 2017 la ratificación del Pacto de Estado contra la Violencia de Género por los distintos Grupos Parlamentarios del Congreso de los Diputados, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales (Pacto de Estado, 2019). Las diferentes administraciones están definiendo políticas y procedimientos para prevenir y reducir este problema, primero transponiendo la legislación nacional a regional y segundo definiendo estrategias regionales y locales (VG-Ayto. Sevilla, 2018; Protocolo Extremadura, 2016; Protocolo Ministerio Sanidad, 2007; Estrategia Madrid, 2016, entre muchas otras), pero las soluciones que se ponen en marcha no están completamente engranadas entre las distintas administraciones y las entidades de apoyo a las víctimas. Aunque el pacto de estado de 2017 pretende resolver esta situación, se puede decir que no existe una cadena completa de ayuda a las víctimas de estos delitos, formalmente definida e implementada de forma común. Las asociaciones de apoyo, los servicios médicos, las fuerzas de seguridad y los sistemas judiciales no cuentan con un protocolo único, formal, fiable y robusto para atender estas situaciones desde la primera denuncia, de igual manera, en todo el territorio regional, nacional y mucho menos europeo. Esto puede ser debido a la desconexión entre los distintos servicios implicados en la resolución del problema, a la falta de recursos

humanos, y a la ausencia de sistemas tecnológicos eficientes que permitan afrontar la situación de forma integral.

Las tecnologías innovadoras pueden ayudar a detectar, prevenir y resolver agresiones por VG, mediante la detección temprana de situaciones de riesgo, la interconexión de las potenciales víctimas y los agentes protectores, la recopilación segura y precisa de evidencias del presunto delito, y la recopilación, anónima y segura, de datos suficientes para estudiar de forma integral e interdisciplinar el problema de la VG, permitiendo mejorar las políticas y los protocolos ante el mismo.

Si fijamos la atención en la Comunidad de Madrid, la “Estrategia Madrileña contra la Violencia de Género (2016-2021)” (Estrategia Madrid, 2016) prevé incrementar los mecanismos de coordinación institucional que permitan una evaluación y seguimiento continuo de las actuaciones en materia de VG, tanto en lo que respecta a los servicios y recursos, como a sus usuarias; y mejorar su protección y su salud y consolidar un modelo de atención integral a las víctimas de la VG que confiera identidad a la Comunidad de Madrid. Y es en este marco en el que se ha situado el proyecto EMPATIA.

Actualmente, existen soluciones tecnológicas para proteger a personas vulnerables mediante la activación de señales de alarma a través de telefonía móvil, red de datos GPRS y geolocalización (Bradberry, 2016), incluso dedicadas a víctimas de Violencia de Género (como, por ejemplo, la *Acceleration Action* de SDG-5, en BONI, 2021). La práctica totalidad de los dispositivos comerciales actuales se reducen a un botón de pánico, que la persona usuaria pulsa ante una situación de riesgo y que activa la conexión con una red de ayuda. Sin embargo, estas soluciones no están diseñadas teniendo en cuenta las condiciones específicas de las víctimas de VG y de los tipos de situaciones en las que éstas se ven implicadas.

Escudero et al. (2005) afirman que “el miedo hace que la mujer focalice toda su atención en localizar al agresor, y este estado de hipervigilancia la desconecta del entorno, aislándola aún más”. Teniendo en cuenta que, por lo general, el miedo genera confusión en la víctima y esta confusión puede inmovilizar a la mujer en una situación de indefensión, la mayoría de las veces, la reacción ante un posible ataque trae como consecuencia un estado de paralización o de indefensión aprendida (Walker Leonor, E. 1984), que impide la activación voluntaria de alguna alarma, ello requiere la intervención de terceras personas que le ayuden a poner fin a ese proceso (Escudero et al., 2005). Además, en los casos de agresiones, la recopilación de pruebas que permitan investigar y condenar el delito es muy difícil, y muchas veces los casos se quedan sin resolver por la ausencia de pruebas (Aiken y Murphy, 2000). Por este motivo, la emisión de la señal de SOS de manera automática y la recopilación de pruebas para posibles juicios se plantean como objetivos en este proyecto. Por último, estos dispositivos aún son mejorables en el sentido de aumentar su autonomía, capacidad de procesado, conectividad y seguridad de los datos.

El Instituto de Estudios de Género (IEG) de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) realizó en 2017 un estudio previo, con preguntas abiertas con 22 profesionales de gran experiencia en el tratamiento de las víctimas de VG, 9 psicólogas, 4 trabajadores/as sociales, 6 abogados/as y 6 coordinadoras de Centro de Apoyo a las víctimas de VG. En esta encuesta se consultaba sobre el diseño de dispositivos para proteger a las víctimas de VG y los requisitos que consideraban imprescindibles para que fueran de utilidad en el ámbito de la protección. El resultado de la encuesta planteó mayoritariamente tres condiciones:

- El dispositivo o sistema de dispositivos debía ser discreto, incluso personalizable para que no fuera identificable por los agresores. La muñeca fue la localización más popular en las respuestas.
- El dispositivo debía alertar a los servicios de emergencia y a una lista de contactos seleccionada por la usuaria.
- El dispositivo debía ser capaz de grabar audio, video o cualquier evidencia que sirviera como prueba judicial en una denuncia. Las implicaciones de privacidad, protección de datos, etc. deberían ser resueltas para que esta condición se cumpla.

La nueva línea de investigación denominada Computación Afectiva (*Affective Computing*), se centra en investigar las reacciones emocionales de las personas ante determinados estímulos externos, y cómo se pueden medir y baremar estas reacciones mediante la utilización de diferentes tipos de sensores (Picard, Vyzas y Healey 2001, Quazi 2012, Vogt, André y Wagner 2008). En este campo se desarrollan aplicaciones muy variadas asociadas a especialidades como el neuromarketing, el tratamiento de trastornos del cerebro o el de enfermedades físicas. El objetivo es determinar qué emoción está sintiendo la persona cuyas variables fisiológicas (temperatura, pulso cardíaco, encefalograma, etc.), físicas (voz, imagen, gestos faciales, firma, etc.) o biomédicas (hormonas, glucosa, oxígeno, etc.) se están midiendo a la vez que se le aplica un estímulo externo. El análisis de las medidas tomadas de los sensores requiere la utilización de algoritmos inteligentes, con técnicas de aprendizaje automático (*Machine Learning*) y/o construido sobre redes neuronales, *Deep Learning*, o técnicas intensivas en datos, *Big Data*. Las emociones identificadas por la computación afectiva barren todo el rango de emociones que siente el ser humano. El equipo UC3M4Safety propone el uso de la Computación Afectiva Multimodal para evitar las agresiones contra las personas vulnerables, mujeres en su mayoría en el caso de la VG, salvándoles la vida en primer lugar y, como fin último, ayudándoles a identificar las emociones fruto de trastornos de estrés postraumático para acelerar su recuperación y bienestar, siempre en el marco de la atención de terapeutas profesionales.

En el caso de las agresiones por VG, las emociones a identificar serían las de miedo, estrés y/o pánico, que potencialmente podrían situar a la víctima en un estado

de paralización que la impidiera reaccionar para salvarse o para pedir ayuda. Si la identificación de estas emociones se produce de forma automática, inmediata y discreta, se podría activar una alarma que se propagara a una red de ayuda que protegiera a la víctima.

Aunque se conocen numerosos trabajos que detectan todas las posibles emociones, mediante ensayos en laboratorio con personas voluntarias y aplicación de estímulos seleccionados y etiquetados previamente (Koelstra et al (2012), Soleymani et al. (2012), Abadi et al. (2015), Subramanian et al. (2017), Schmidt et al. (2018)), hasta la fecha hay escasa literatura científica o estudios sobre la detección de emociones en víctimas de VG, ni en detección concreta de estados de estrés, miedo y/o pánico.

Asimismo, se conocen pocos productos comerciales, del tipo denominado *wearables* o portables, que miden en tiempo real emociones en los usuarios y si lo hacen son emociones muy básicas, lejos de un estado de paralización o de indefensión aprendida que surge ante un ataque violento sobre una víctima que ya ha experimentado situaciones parecidas. *Como se ha mencionado anteriormente, el equipo interdisciplinar que está realizando el proyecto EMPATIA-CM, ha trabajado en la propuesta de un sistema similar, para evitar las agresiones sexuales a las mujeres, en el marco de un concurso internacional XPRIZE Anu and Naveen Jain Women's Safety, llegando a la semifinal del mismo.*

La detección de emociones en víctimas de VG es un problema diferente de los casos de agresiones sexuales, en términos de nivel basal de las variables de las mujeres, de activación ante estímulos de diferente naturaleza y de reacciones ante los mismos. En este caso, se propone la detección de las emociones típicas ante situaciones de riesgo o peligro de forma segura, fiable, económica y precisa mediante dispositivos portables y discretos. La capacidad de conexión remota con agentes protectores, gubernamentales y/o no gubernamentales, de estos dispositivos, avisando en tiempo real y de forma segura, permitiría la protección eficiente de las potenciales víctimas, así como la recopilación de toda la información captada por los sensores durante el episodio de alarma.

El proyecto EMPATIA pretende mejorar la protección que la sociedad ofrece a las mujeres ante situaciones de agresión por VG, contribuyendo a asegurar su seguridad y confianza y a generar un protocolo común, fiable y robusto para detectar, evitar, atender y resolver estos delitos.

Varias líneas de investigación confluyen en esta concepción de protección activa para las víctimas de VG en donde el mayor reto es entender las reacciones de las víctimas ante situaciones de peligro, encontrar correlatos físicos y fisiológicos que nos permitan detectar aquellas de forma automática y generar mecanismos para proteger a estas de manera integral, coordinada y eficaz de la manera más adecuada y adaptada a sus necesidades y circunstancias.

Alineando en torno a este reto las áreas y líneas de investigación que se describen a continuación pretendemos obtener un efecto sinérgico en la frontera del conocimiento. En particular, necesitamos del área de las Ciencias Sociales en la que se inscribe UC3M-IEG, tanto la sociología, como el derecho y la psicología, líneas como la conexión de las emociones con las situaciones de riesgo experimentadas por las víctimas, el análisis de la cadena de ayuda existente para agresiones por VG, la propuesta de un protocolo común que interrelacione los distintos agentes partícipes en la protección de las víctimas, en base a los datos obtenidos de las usuarias, todo ello cumpliendo con la legislación sobre protección de datos y con los códigos éticos relacionados; y en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la que se inscribe UC3M-TEC, servicios con alto valor añadido, líneas como la gestión de redes de comunicaciones con múltiples nodos móviles, la detección multimodal de emociones a partir de variables fisiológicas y físicas, la reducción del consumo en nodos inalámbricos con múltiples sensores, la eliminación del ruido en señales biométricas, etc. dentro de un campo emergente de la ciencia, que es la detección de emociones aplicada a resolver problemas de la sociedad. La naturaleza interdisciplinar del equipo permitirá identificar los retos necesarios (tanto técnicos como científicos) para hacer posible esta protección y resolverlos. Este proyecto tiene como objetivo final extender esta solución a un contexto nacional y europeo, beneficiándose de la colaboración con otros centros de investigación y agencias de seguridad nacionales y europeas.

3. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

El objetivo general del proyecto EMPATIA-CM es entender las reacciones de las víctimas de la VG ante situaciones de peligro, generar mecanismos de detección automática de estas situaciones y estudiar cómo reaccionar de forma integral, coordinada y eficaz para protegerlas de la forma más óptima posible. Este objetivo se divide en seis sub-objetivos, que demuestran la necesidad y valor añadido del enfoque multidisciplinar e interdisciplinar:

1. Entender los mecanismos de reacción de la víctima de Violencia de Género ante situaciones de riesgo y, si es posible, generar un modelo de comportamiento de víctima y agresor, y de las situaciones a las que se enfrentan las víctimas. En este objetivo se incluye la generación de dos bases de datos con las respuestas emocionales ante estímulos de miedo y/o pánico, en un entorno controlado (laboratorio) y en otro cotidiano, pero no controlado (vida real), tanto de mujeres VVG como no-VVG; para ello, se precisa la participación de mujeres voluntarias de ambos tipos.
2. Investigar, diseñar y verificar algoritmos inteligentes para detectar automáticamente Situaciones de Riesgo en víctimas de Violencia de Género.

Estos algoritmos utilizan los datos generados en las dos bases de datos del objetivo anterior.

3. Diseñar y realizar una implementación de Sistema de Detección Automática de Situaciones de Riesgo en víctimas de Violencia de Género, *Bindi*. Aquí, es esencial la interacción con las usuarias, y profesionales de atención a VVG, para el análisis de usabilidad y prueba de prototipos, gracias a su relación con asociaciones de víctimas de VG y su conocimiento del factor humano.
4. Investigar en un nuevo protocolo de protección de víctimas de Violencia de Género con un enfoque holístico. Se persigue incorporar los últimos avances científico-tecnológicos aportados por el proyecto a los protocolos existentes, siempre con la supervisión de las entidades y las personas responsables de su aplicación.
5. Utilizar los datos recogidos por el sistema de detección de situaciones de peligro en víctimas de Violencia de Género. Este sub-objetivo plantea la evolución del protocolo y la protección de las víctimas, gracias al análisis y utilización de los mencionados datos por parte de las personas responsables de la protección: psicólogas, trabajadoras sociales, etc.
6. Extrapolar los resultados a un contexto nacional y europeo, una vez validados regionalmente en la Comunidad de Madrid, donde se plantea la colaboración con la Consejería de Asuntos Sociales, área de Igualdad, para estudiar la puesta en marcha de una posible prueba piloto.

Una vez alcanzados estos objetivos en el proyecto EMPATIA-CM, el equipo UC3M4Safety se plantea ir más allá, en nuevos proyectos de investigación, trabajando en la recuperación de las supervivientes a la VG, dotándolas de las herramientas necesarias para identificar las emociones negativas, fruto de las secuelas de la violencia sufrida y muchas veces consecuencia de un trastorno de estrés postraumático, trabajando activamente en su recuperación junto con las personas encargadas de su terapia gracias a la compilación de la información que el sistema *Bindi* puede proporcionar en tiempo real.

Resultados esperados e impacto potencial

Los resultados alcanzados por el proyecto EMPATÍA han sido:

1. Propuesta de un protocolo para la protección y el tratamiento integral de las víctimas de violencia de género que incluya a todos los servicios/personas implicadas en la actualidad e integren soluciones tecnológicas que mejoren ambos.
2. Conjunto de herramientas para las personas encargadas de la protección de las víctimas, que permita detectar de forma autónoma y en tiempo real las

- situaciones de peligro y que ayude a evitar y resolver casos de agresiones por violencia de género.
3. Método para particularizar la solución anterior a cada usuaria, que sea cómodo, sencillo, preciso y fácil de adaptar a futuras usuarias.
 4. Sistema de detección de situaciones de peligro, mediante detección de emociones con sensores inteligentes y algoritmos de inteligencia artificial en un sistema invisible, barato, eficiente y seguro.
 5. Método de análisis de los datos, securizados y protegidos, para contribuir a la mejora continua del protocolo (punto 1) y para actualizar las clasificaciones de riesgo de las mujeres bajo protección.
 6. Base de datos que comprenda estímulos, etiquetas de emociones y respuestas medidas en víctimas y no víctimas de VG, para su uso académico en investigaciones relacionadas con la igualdad, la seguridad y perspectiva de género en los retos que la sociedad plantee.

El impacto esperado de la investigación realizada es la mejora notable de la situación de vulnerabilidad de las mujeres frente a las violencias que sufren actualmente por razón de género, facilitando herramientas que mejoren la seguridad de las mujeres y favorezcan su desarrollo personal y profesional en una vida libre de violencia. Aparte de las víctimas de VG, se espera que los resultados de este proyecto beneficien a:

1. Legisladores que proponen y aprueban políticas para el tratamiento de este problema, ya que se planteará una experiencia piloto cuyos resultados permitirán extender la solución propuesta a nivel nacional y europeo.
2. Fuerzas y cuerpos de seguridad, a los que se proporcionará una herramienta para proteger de mejor manera a las víctimas de VG.
3. Sociedad en su conjunto, haciendo que sea un lugar más seguro para toda la ciudadanía.
4. Academia, haciendo que se avance en la frontera del conocimiento, aunando factores sociales y científicos, junto con soluciones tecnológicas, para mejorar la vida de las personas.
5. Industria, los resultados derivados de la investigación son susceptibles de ser patentados y explotados por la industria madrileña y española.

3. OBJETIVOS Y RESULTADOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

3.1. Objetivo 1. Entender los mecanismos de reacción de la víctima de Violencia de Género ante situaciones de riesgo/peligro

La identificación de los estímulos externos que producen pánico y/o estrés en las mujeres, y en concreto en víctimas de VG, ha sido fundamental para el buen

desarrollo del proyecto. Dicha identificación, unida a las variaciones de las respuestas fisiológicas y/o físicas observadas en un conjunto de voluntarias, son el primer paso para conseguir la detección automática de situaciones de riesgo mediante dispositivos ciberfísicos.

Ya existían bases de datos antes de empezar el proyecto, que recogen imágenes, sonidos y/o contenido audiovisual para provocar emociones. Estas permiten construir sistemas inteligentes que reconocen diferentes estados de ánimo o emociones, en base a las reacciones fisiológicas y/o físicas observadas en las personas que experimentan estas (MIT (Picard et al., 2001); DEAP (Koelstra et al., 2012); MAHNOB (Soleymani et al., 2012); DECAF (Abadi et al., 2015), ASCERTAIN (Subramanian et al., 2017), WESAD (Schmidt et al., 2018)), pero ninguna era específica sobre las emociones de las mujeres, ni se centran en reconocer los estados de un estado de paralización o de indefensión aprendida observados en las víctimas durante una situación de riesgo.

Comprender las especificidades de las emociones que experimentan las mujeres, y en concreto las víctimas de VG, y sus necesidades es el fin último de este objetivo primero del proyecto. Así, partiendo de la hipótesis de que las ya víctimas pueden sentir situaciones de riesgo reales o percibidas por la misma como tales, fundamentalmente en momentos de estado de estrés agudo y en diagnósticos de trastorno de estrés postraumático (TEPT), es importante identificar y diferenciar los estímulos que los producen. Hay que partir de la base, como indican fuentes expertas (Mata Gil et al., 2014), de que los estímulos que se encuentran presentes en el momento del suceso traumático son los que se convierten en estímulos condicionados (EECC). Así, una situación cotidiana como es el ruido de unas llaves abriendo la puerta, la cual, para las personas que no han sufrido violencia doméstica en el hogar, puede suponer cualquier tipo de emoción -incluso alegría-, en algunas mujeres que han sufrido VG puede suponer entrar en un estado emocional de pánico que les produzca un estado de paralización. Por lo tanto, la creación de una base de datos que permita distinguir situaciones en las que las mujeres sienten pánico ante una posible agresión y situaciones concretas que hacen que las mujeres víctimas re-experimenten emociones bloqueantes, ha sido una tarea fundamental en el proyecto. En el primer caso, la alarma para evitar la agresión debe ser inmediata; mientras que, en el segundo caso, es necesaria una intervención terapéutica para ayudar en la recuperación de las secuelas de estrés postraumático. Para esta creación es imprescindible la participación de un gran número de mujeres y, gracias a la colaboración desinteresada de numerosas voluntarias, se ha contado con la participación de más de 200 mujeres, incluyendo las que no han sufrido ningún tipo de violencia y las que sí.

La base de datos UC3M4Safety se compondrá de un conjunto de estímulos que provoquen emociones, un conjunto de respuestas (fisiológicas y de audio/voz) y las etiquetas de las emociones experimentadas por las voluntarias.

El primer aspecto que considerar es el método más adecuado para provocar emociones en las voluntarias, de forma que sus reacciones sean reales y permitan tomar datos adecuados para entrenar un sistema inteligente que, a posterior, pueda clasificar la emoción de forma automática. La mayoría de las bases de datos existentes, utilizan estímulos audiovisuales para provocar emociones. Es cierto que, a través del audiovisual se invocan muchas de las emociones que se han vivido durante los encuentros directos en experiencias personales, se produce lo que se conoce como activación de la memoria autobiográfica (Cohen, 2001). Este proceso cognitivo -que también se conoce como memoria emocional, reflexión referencial o resonancia personal- es uno de los principales acontecimientos que se producen entre el espectador y la historia, y su intensidad depende directamente del grado de implicación con lo que nos están contando (Sainz de Baranda 2021c). La resonancia personal facilita la recepción implícita de la ficción y es una forma de elicitación emocional y acceso a recuerdos de eventos autobiográficos. La clave de estos procesos es empatizar con los personajes y las historias audiovisuales.

La generación de los estímulos audiovisuales más adecuados para que las mujeres voluntarias experimenten las emociones de un modo intenso y único, a la vez que cubriendo las principales emociones y asegurando en todo momento el tratamiento ético de las personas y la protección de sus datos, ha supuesto un reto notable, que se ha resuelto gracias a la sinergia alcanzada en el equipo investigador y a la colaboración con personas expertas en la atención y protección a VVG. Se han realizado las siguientes tareas en una metodología cualitativa-cuantitativa, basada en *focus groups* y entrevistas en profundidad, junto con una encuesta a un grupo de personas de tamaño medio-alto, siempre aplicando la perspectiva de género:

- a. Entrevistas en profundidad con expertas/os en VG que trabajan en su día a día con víctimas. Se han realizado entrevistas a especialistas en psicología y responsables de Centros de la Mujer y de Asociaciones de la Comunidad de Madrid, con el fin de profundizar tanto en el conjunto de estímulos audiovisuales a recopilar/crear, como en el proceso de etiquetado de emociones en mujeres que han sufrido VG, especialmente en las emociones de pánico y/o estrés.
- b. Búsqueda y creación de recursos audiovisuales que puedan provocar de manera artificial los estímulos que generan pánico en las personas (mujeres preferentemente y VVG en particular). Se ha utilizado material (contenido audiovisual) siguiendo las recomendaciones de las personas expertas en las entrevistas anteriores (protagonista femenina, una única emoción objetivo). Además, se han aplicado otros criterios específicos del equipo investigador, tales como: provocando alta excitación, corta duración y buena calidad del videoclip.

- c. Diseño de dos *focus group*, uno con personas que trabajan directamente con víctimas y otro con víctimas de VG. En estos grupos especializados, se han puesto en común y se validado los estímulos seleccionados en la tarea anterior, así como el método de etiquetado.
- d. Encuesta a un amplio grupo, equilibrado en edad y en sexo, para etiquetar las emociones experimentadas durante la visualización de los estímulos del punto b. Los resultados obtenidos se han procesado de manera que permitan seleccionar el conjunto de estímulos que más unanimidad proporcionan en las emociones reportadas, dando un mayor peso a las respuestas de las mujeres.

Los resultados de estas tareas se han publicado en dos artículos, donde se detallan en primer lugar, el proceso de selección y creación del conjunto de estímulos audiovisuales para provocar emociones en un amplio rango, en mujeres (Blanco Ruiz et. al, 2020) y, en segundo lugar, el método mixto STEM-Ciencias Sociales de selección y creación del conjunto de estímulos audiovisuales para la emoción de miedo en mujeres VVG, (Sainz de Baranda, 2021-a).

Considerando las diferentes formas de selección de estímulos, y atendiendo a la experiencia multidisciplinar, se ha realizado un doble proceso de selección de estímulos, en una propuesta innovadora diferente a la literatura existente. Hay un camino donde las personas expertas en estimulación de emociones, reunidas en *focus groups* o entrevistas no estructuradas, analizan y seleccionan una colección de estímulos, figura 1, y hay un camino donde el equipo de investigación, con un enfoque multidisciplinar, selecciona otra colección de estímulos. Ambas selecciones se evalúan en una gran encuesta para elegir aquellos estímulos con mayor grado de concordancia, entre otros criterios, figura 2.



Figura 1. Selección de estímulos audiovisuales con Juezas Expertas [Sainz de Baranda 2021a]

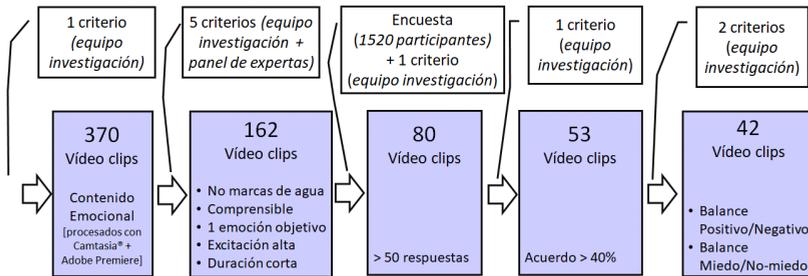


Figura 2. Selección de estímulos audiovisuales con Juezas Expertas y Equipo de Investigación [Blanco Ruiz 2020]

Los estímulos seleccionados se han puesto a disposición de la comunidad científica en el repositorio eCienciaDatos (Blanco et al., 2021-a), así como los resultados del proceso de selección (Blanco et al., 2021-b).

Además, los resultados de las entrevistas se han analizado desde un punto de vista sociológico y presentado en un artículo incluido en este número monográfico, “Valoración de los sistemas telemáticos de prevención de la violencia de género por las profesionales que atienden a las víctimas de violencia de género” por B. Marugán.

Para la medida de las respuestas físicas y fisiológicas de las voluntarias, se han utilizado dos sistemas diferentes, lo que ha permitido validar el sistema de medida diseñado en el proyecto y compararse con los resultados existentes en la comunidad científica. Así, se ha utilizado un equipo de medida homologado (BioSignalPlux, 2021) y utilizado en la mayoría de las bases de datos presentes en la literatura sobre detección de emociones con variables fisiológicas; y, a la vez, se ha utilizado el sistema *Bindi*, diseñado y desarrollado en este proyecto. Por otra parte, se han realizado medidas tanto en ensayos controlados en laboratorio (BBDD_lab) como en condiciones de vida cotidiana de las voluntarias (BBDD_life). Los resultados de ambas bases de datos (respuestas físicas y fisiológicas junto con las etiquetas de emoción) servirán como entrada a los objetivos 2 y 3, para diseñar y validar los algoritmos y el sistema de detección de emociones. Las medidas de la BBDD_life permitirán ajustar el sistema de una manera más robusta, asegurando la eliminación de ruidos, interferencias y otros sucesos típicos del funcionamiento *in-the-wild* (Larradet et al., 2020).

Finalmente, es crucial asegurar un etiquetado correcto de la emoción experimentada por las personas voluntarias. Una vez validados los estímulos específicos que provocan una mayor activación en las víctimas de VG, se ha diseñado y desarrollado un entorno inmersivo en el que las voluntarias visualicen los estímulos, a la vez que se está monitorizando sus variables físicas y fisiológicas de forma poco intrusiva, y puedan etiquetar la emoción experimentada de forma amigable y sencilla.

El entorno diseñado está basado en Realidad Virtual y ha sido realizado íntegramente por el equipo del proyecto, apoyándose en el entorno Unity⁵ y las gafas de Oculus® Rift, se ha integrado la proyección de los estímulos, la conexión con los equipos de medida y la recopilación de todos los datos con marca de tiempo. El sistema comprende unas 3.000 líneas de código y requiere una computadora con tarjeta gráfica de procesamiento de imágenes con capacidad de 600 imágenes por segundo.

La proyección de los estímulos ha seguido el protocolo propuesto en las bases de datos de emociones ya existentes, con algunas modificaciones propuestas por las especialistas en psicología clínica y en violencia de género del equipo de investigación. Así, se plantea una prueba de no más de una hora y media de duración, en la que se proyectan 14 estímulos audiovisuales de no más de 2 minutos de duración, y que se componen de:

1. Vídeo de estímulo neutro, para captar el nivel basal de todas las variables a monitorizar
2. Vídeo de estímulo de emoción durante el cual se monitorizan las variables fisiológicas
3. Etiquetado de la emoción experimentada, durante el cual también se monitorizan las variables fisiológicas y la voz de la voluntaria
4. Vídeo de recuperación que proyecta un estímulo relajante con el objetivo de desconectar de la emoción previamente experimentada y poder continuar con el siguiente vídeo

Para la selección de emociones a experimentar, se han estudiado en profundidad las teorías de las emociones humanas (como se detalla en Blanco et al., 2020) y se ha propuesto un conjunto de 12 emociones básicas (Alegría, Tristeza, Ira, Esperanza, Miedo, Ternura, Asco, Atracción, Calma y Sorpresa) equilibradas en valencia positiva y negativa. Para el etiquetado de la emoción, se ha considerado tanto la clasificación discreta como la clasificación en el espacio PAD (Mehrabian y Russell, 1974), que localiza las emociones en un espacio tridimensional compuesto por Valencia (emoción positiva-negativa), Activación o *Arousal* (grado de excitación que provoca la emoción) y Dominancia (grado de control que se posee sobre la emoción). Para el etiquetado en el espacio PAD, se ha partido de los métodos estándar para clasificar las emociones presentes en la literatura, como los maniqués SAM descritos por Bradley y Lang (1994). Sin embargo, las entrevistas y los *focus group* con expertas, han valorado negativamente la neutralidad de estos maniqués al estar demasiado sesgados hacia el rol masculino, por lo que el equipo ha propuesto y validado un nuevo conjunto de maniqués (Sainz de Baranda, 2021-d). En total, el etiquetado consiste en 12 preguntas, planteadas en 12 pantallas interactivas en las que

⁵ <https://unity.com/>

la voluntaria selecciona las opciones con el mando (*joystick*) del entorno de Realidad Virtual.



Figura 3. Pantallas mostradas en el entorno de RV a las voluntarias para el etiquetado de emociones

La base de datos a generar en el laboratorio, BBDD_lab, requiere una muestra representativa de mujeres en un rango amplio de edades. En el conjunto de mujeres no víctimas de VG, han participado 139 mujeres repartidas 5 grupos de edad (<25, 25-34, 35-44, 45-54, > 55), de las que se han obtenido datos válidos en 104 casos. En el conjunto de mujeres víctimas de VG, es necesario hacer una evaluación previa del nivel de estrés postraumático y asegurar la no revictimización de la voluntaria. Así, hasta enero de 2022, se han evaluado 40 mujeres VVG y de ellas 30 han realizado la prueba, obteniendo 24 conjuntos de datos válidos. Durante 2022 se continuarán las pruebas con VVG para completar un conjunto de 50 mujeres, que permita analizar su respuesta emocional y compararla con las de las mujeres no VVG, para poder evaluar y diferenciar los estímulos de situaciones de riesgo reales y las percibidas por las víctimas de VG como tales - fundamentalmente en momentos de estado de estrés agudo y en diagnósticos de TEPT

Todo el proceso de creación de la base de datos ha sido aprobado por el comité de ética de la Universidad Carlos III de Madrid. Se ha definido un protocolo que contempla los aspectos éticos relativos a la investigación, que vela por el bienestar de las personas involucradas en el estudio y por la integridad de los datos recogidos. En el protocolo se define cada paso a realizar, la documentación y consentimientos a recopilar de las voluntarias y el mecanismo de anonimización de los datos para su uso posterior en tareas de investigación, así como las personas responsables de la custodia de estos.

Hasta la fecha de publicación de este artículo, el equipo investigador del proyecto EMPATIA ha invertido unas 4.500 horas en realizar estas bases de datos (600 para selección y generación de estímulos, 1500 para BBDD_lab con no-VVG, 1000 para BBDD_lab con VVG, 400 para entorno de RV, 100 para protocolo ético y protección de datos, 500 para BBDD_life, etc.), que se dan por muy bien invertidas

si pueden ayudar a evitar futuras agresiones por VG. Los resultados de esta base de datos están en fase de publicación en el repositorio *e-cienciaDatos*.

Por último, la investigación del proyecto EMPATIA se cierra con la generación de una base de datos capturada en un entorno no controlado, BBDD_life. En este caso los estímulos no son conocidos, sino que son la vivencia cotidiana de las voluntarias, que etiquetan las emociones experimentadas durante su rutina diaria. En un período entre 7 y 10 días, se monitorizan las variables físicas y fisiológicas de las voluntarias (únicamente con los sensores integrados en el sistema Bindi, diseñado y validado en el objetivo 3 del proyecto), y recopilando las etiquetas emocionales reportadas por las mismas. El etiquetado se realiza en una aplicación móvil especialmente diseñada para la campaña. En la misma participa una muestra representativa de las voluntarias VVG y no-VVG de la BBDD_lab. Está previsto que en el primer trimestre del año 2022 se cierre esta campaña y los datos obtenidos sirvan para ajustar de manera más robusta el sistema inteligente integrado en *Bindi*.

Cabe destacar que, en el espíritu interdisciplinar del proyecto, en las entrevistas a expertas en VG, también se ha abordado el sistema *Bindi* en sí mismo, como accesorio *wearable* de las mujeres VVG, que aseguren la discreción y no estigmatización de las víctimas de VG a la vez puedan proporcionar una medida precisa, económica y fiable (Sainz de Baranda, 2020). La perspectiva de género y los aspectos psico-sociales del sistema no podrían haberse integrado de manera tan efectiva sin un equipo como el del proyecto.

3.2. Objetivo 2. Investigar, diseñar y verificar algoritmos para detectar automáticamente Situaciones de Riesgo en víctimas de Violencia de Género

La detección automática de situaciones de riesgo (reales o percibidas por la persona protegida como tales, puesto que en ambas será necesaria una intervención) con dispositivos de medida entra dentro del campo de la computación afectiva, en el que la reciente aparición de una gran variedad de dispositivos ha supuesto un gran paso adelante. Altamente multidisciplinar, esta área de investigación tiene como objetivo reconocer, interpretar, procesar y simular afectos humanos, haciendo uso de metodología proveniente de las ciencias cognitivas y de la computación (Picard, 1995).

Por otra parte, la comprensión de las especificidades de las emociones que experimentan las víctimas de VG y sus necesidades (el fin último del objetivo 1) son lo que nos ha permitido abordar este objetivo desde un punto de vista computacional: diseñando algoritmos que nos permitan determinar de manera automática indicadores de alerta ante las situaciones de riesgo de este colectivo. Las técnicas de aprendizaje automático, incluyendo el aprendizaje profundo (Mao et al., 2014 y Martínez et al. 2013), son especialmente adecuadas para abordar este tipo de complejos problemas

donde un gran número de factores se ven involucrados y no existe una solución algorítmica tradicional. Por este motivo, las técnicas del aprendizaje automático se han hecho imprescindibles en esta área de conocimiento. Sin embargo, la aplicación de estas técnicas impone limitaciones aún no resueltas en las condiciones específicas del problema que aborda EMPATIA.

- La variabilidad intrínseca de las variables medidas (fisiológicas o físicas) entre diversos sujetos. Por ejemplo, si suponemos que la temperatura corporal es uno de los factores que registramos, debemos tener en cuenta que cada persona puede tener temperaturas basales distintas. Esta problemática se podría abordar mediante técnicas de adaptación y personalización que consideramos fundamentales para el funcionamiento correcto de estos sistemas. Además, haciendo uso del paradigma de la transferencia de aprendizaje (*transfer learning*) (Hong et al., 2015) se ha planteado el utilizar redes previamente entrenadas con bases de datos compatibles y que nos ayuden a extraer características de forma automática. Esta última técnica será también de utilidad para complementar las bases de datos capturadas durante el objetivo 1 que, por su naturaleza, pueden tener un tamaño limitante para algunas de las técnicas de aprendizaje automático a utilizar.
- La variabilidad extrínseca impuesta por la diversidad de entornos en los que el sujeto puede encontrarse. Esencialmente, esta es la diferencia más significativa entre la BBDD_lab y la BBDD_life, capturada por el sistema diseñado e implementado en el objetivo 3. Por ejemplo, en esta segunda base de datos se observarán las distorsiones provocadas por los sensores simplificados y por los distintos tipos de ruido presentes, en el caso del audio principalmente. En el proyecto se han diseñado y desarrollado algoritmos de detección de emociones, especialmente aquellas vinculadas con episodios de riesgo, miedo y/o pánico, desde un punto de vista unimodal (fisiológicas (Miranda, 2021) o físicas (voz de la usuaria (Rituerto, 2021-b)). Sin embargo, aplicando la interdisciplinariedad, se ha apostado desde el primer momento por un sistema multimodal que permita mejorar la capacidad de detección, eliminando los sesgos que pueden aparecer ante una única fuente de medidas y haciendo el sistema inteligente mucho más robusto (Rituerto-González et al. 2020).

Así, se ha realizado un diseño de jerarquías entre las diferentes variables atendiendo por una parte a las restricciones de funcionamiento (consumo de batería, calidad de los sensores de bajo coste, etc.) y su contribución a las prestaciones del sistema multimodal jerárquico. Así, variables de bajo consumo, aunque con una tasa de falsa alarma superior, estarán alerta permanentemente mientras que otras, más precisas, pero de mayor consumo sólo entrarán en funcionamiento cuando las primeras detecten un potencial peligro.

Por último, el entorno acústico se ha utilizado para reforzar la capacidad de detección de la situación de peligro, identificando golpes, gritos o aquellos sonidos producidos por acciones violentas (Rituerto-González, 2021).

3.3. Objetivo 3. Diseñar y realizar una implementación de Sistema de Detección Automática de Situaciones de Riesgo en víctimas de Violencia de Género

La implementación real de mecanismos de detección de situaciones de riesgo en personas, y en concreto en víctimas de VG, implica un reto científico-tecnológico importante y de gran impacto social. El alto grado de interdisciplinariedad que requiere la aplicación de la Computación Afectiva para resolver problemas de la sociedad actual empleando las últimas tecnologías de sensores y fusión de datos, se concreta en este objetivo donde se ha diseñado y realizado un sistema real que monitoriza las variables antes mencionadas (físicas y fisiológicas), detectando emociones de miedo o pánico, recopilando de forma segura datos del episodio y avisando de la situación al conjunto de personas que pueden ayudar a la persona que está sufriendo el episodio. En concreto, se ha planteado la investigación con un sujeto concreto: las víctimas de violencia de género, lo que conlleva una serie de consideraciones éticas importantes y un terreno no explorado anteriormente por la comunidad científica, desde el punto de vista de la adquisición precisa de señales, en su procesamiento en tiempo real, en la protección de los datos de acuerdo al reciente marco europeo regulatorio GDPR (*General Data Protection Regulation*) y, sobre todo, en la validación de la propuesta con una comunidad de usuarias. La investigación interdisciplinar entre UC3M-TEC y UC3M-IEG ha sido imprescindible para acometer este objetivo, especialmente para incorporar los aspectos sociales, éticos, legales, psicológicos y prácticos de un sistema muy complejo que va a supervisar anónimamente, con técnicas de inteligencia artificial el estado emocional de una persona y su entorno. El propósito es realizar un refinamiento sucesivo de cada nuevo prototipo generado con cada iteración del ciclo de diseño con los usuarios, e introducir el factor humano.

Además, la creación de un conjunto de dispositivos portables (*wearables*) que se comporten como una red de área corporal (*body area network*) y, por tanto, cumplan con unos requisitos estrictos en términos de tamaño, peso y consumo de energía, supone la investigación en técnicas específicas de mejora de la señal de entrada, eliminando interferencias y movimientos que afectan a algunas medidas fisiológicas, como la señal de pulso (Miranda, 2020) o la de sudoración de la piel (Canabal, 2020); así como, en la implementación eficiente de los algoritmos generados en el objetivo anterior, para lo que se han analizado soluciones de paralelización y aceleración hardware, así como codiseño hardware software (Miranda, 2017;2018;2019;2020).

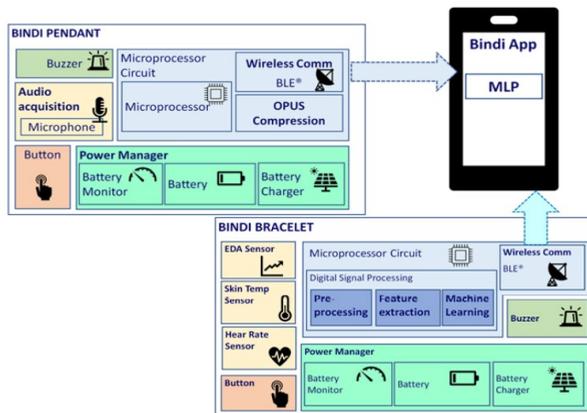


Figura 4. Sistema Bindi diseñado como red de área corporal

Finalmente, en este objetivo se ha realizado un completo análisis de las implicaciones legales del sistema y del uso legal de los datos obtenidos por el sistema en un proceso penal. Se ha propuesto y diseñado un sistema de almacenamiento seguro de datos, con garantía digital de la cadena de custodia (firma digital y huella de tiempo), procesado anónimo (Campos&Larrabeiti, 2020).

3.4. Objetivo 4. Investigar en un nuevo protocolo de protección de víctimas de Violencia de Género

En 2021, 43 mujeres fueron asesinadas por sus parejas o exparejas en España y solo 9 de ellas habían denunciado la violencia de género antes. Se ha alcanzado la terrible cifra total de 1.125 asesinatos directos por violencia de género desde el 1 de enero de 2003, fecha desde la que se tiene registros. A 31 de octubre de 2021 había 68.188 casos activos de violencia de género en España, de los cuales 37.103 estaban bajo protección policial. Según la DGVG, si se incluyeran los casos no denunciados, las cifras aumentarían dramáticamente. A pesar de que la reciente inclusión de la violencia de género como eurodelito implica un gran paso hacia marcos legislativos, no existe una regulación o criterios homogéneos para el análisis de la violencia de género a nivel internacional. Sin embargo, España es un ejemplo internacional en la lucha contra la violencia de género. Estos datos, entre otros, muestra la necesidad, como indica “La Estrategia Madrileña contra la Violencia de Género (2016-2021)” diseñada por la CAM, de consolidar un modelo de valoración del riesgo y de atención integral a víctimas de la VG a nivel nacional e internacional. En este sentido, EMPATIA se propuso revisar los protocolos actuales y proponer un modelo que confiera identidad a la Comunidad de Madrid y sea exportable a otros ámbitos.

Así, en el objetivo 4 del proyecto se han evaluado la legislación y los protocolos de atención a víctimas de VG que se aplican en la Comunidad de Madrid.

No solo los protocolos policiales, educativos, sanitarios, judiciales y laborales que se aplican a nivel regional y en los diferentes ayuntamientos, sino también los de otras entidades como asociaciones y organizaciones no gubernamentales que intervienen con víctimas de manera directa serán objeto de estudio y análisis⁶.

Durante el estudio se ha prestado una mayor atención al ámbito de la protección con el fin de unificar criterios en la valoración del riesgo y diseñar un anexo al protocolo existente donde la tecnología desarrollada pueda integrarse para reforzar la protección y el acompañamiento de las víctimas, en este sentido es clave el protocolo VioGen (sistema de Seguimiento Integral en los casos de Violencia de Género) (Lopez-Ossorio et al., 2016), implementado por el Ministerio del Interior en 2007, y que es una de las medidas incluidas en la Ley Integral contra la Violencia de Género de 2004.

Con esta evaluación académica-técnica de los protocolos se ha recopilado la experiencia de víctimas de VG para visibilizar las carencias que detectan como usuarias, además de consultas a facultativos y a los distintos agentes que intervienen en el proceso, (Zorrilla-Muñoz, 2020). Como se ha descrito en el objetivo 1, la comprensión de las especificidades de las emociones que experimentan las mujeres, y en concreto las víctimas de VG, y sus necesidades, ha permitido diferenciar los agentes que deben intervenir en cada ocasión.

Además, en el anexo al protocolo propuesto, se ha considerado que en las situaciones de riesgo reales percibidas por la víctima, donde la intervención de las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado es fundamental, la recogida de pruebas debe ser validada por la legislación española para que estas puedan ser admitidas como prueba en procesos judiciales. Así, se ha elaborado un protocolo unificado con garantías jurídicas de protección de datos y de protección de las posibles pruebas forenses recopiladas por el sistema propuesto.

Por otra parte, las situaciones de riesgo percibidas por la víctima como tales - fundamentalmente en momentos de estado de estrés agudo y en diagnósticos de trastorno de estrés postraumático (TEPT) – tienen que ser analizadas y proponer modelos donde pueden incluirse redes de apoyo - a elección de la víctima - que incluyan desde familiares y amigos, asociaciones, redes sanitarias y/o de los servicios sociales. Estas últimas son fundamentales para la evaluación, atención y tratamiento del daño emocional. La creación y desarrollo de redes de apoyo y planes de acompañamiento que puedan intervenir en el momento que la mujer entra en pánico gracias a la tecnología propuesta optimizará así la eficacia de los diversos programas de atención a víctimas de VG.

⁶ Fundación Atenea, Asociación de Mujeres Gitanas Alboreá, Asociación Bienestar y Desarrollo, Instituto de Trabajo Social y Servicios Sociales - INTRESS, AUVIM - Asociación Universitaria para la Violencia Machista

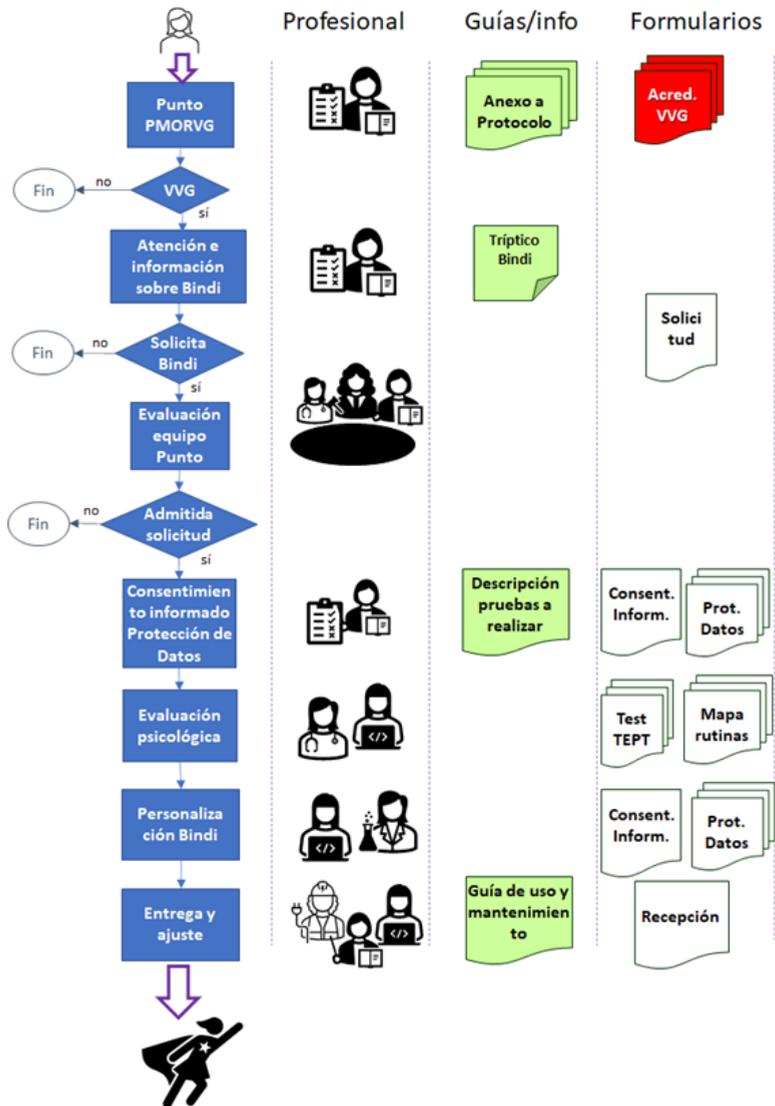


Figura 5. Propuesta de Anexo al Protocolo de Atención a Víctimas de Violencia de Género

Finalmente, se ha dado mucha importancia a las acciones de formación y comunicación. Se ha organizado el taller “Tecnologías I+D+I para la Igualdad: Soluciones, Perspectivas y Retos”, abril 2021, 1ª edición (150 asistentes), financiado por el Instituto de las Mujeres, España; la mesa redonda “EMPATIA-CM: Tecnología, respuestas emocionales y prevención de la Violencia de Género (50

asistentes) durante la semana de Acción y Concienciación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible / UC3M / Spain; el taller “*Emociones y Víctimas de Violencia de Género: Nuevos horizontes*” (176 asistentes), Diciembre 2020. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas / UC3M / Spain. Así mismo, se ha participado en numerosas charlas y conferencias en la semana contra la Violencia de Género y la semana de la Mujer 8 de marzo⁷.

3.5. Objetivo 5. Utilización de los datos recogidos por el sistema de detección de situaciones de peligro en mujeres con Violencia de Género

Cuando se llega al objetivo 5, el sistema que detecta la situación de peligro y recopila los datos de la víctima (datos fisiológicos, datos físicos (voz), geolocalización, datos temporales, etc.) ya está planteado y en desarrollo. Toda la información adquirida se tiene que procesar para que:

- a. Los agentes protectores tengan un seguimiento de la actividad de la víctima y las activaciones de las alarmas (cuán cómo y por qué).
- b. Los servicios sanitarios (psicólogos, médico de familia, etc.) que ayudan a la víctima a superar el TEPT y evitar activaciones de la alarma sin estímulo.
- c. Los servicios jurídicos, para tener constancia de cuándo se rompen las órdenes de alejamiento, infracciones del protocolo por parte del entorno de la víctima, etc.
- d. Los servicios sociales, que protegen la familia atendiendo sus necesidades fundamentales para tener información sobre los patrones de agresiones o acoso que se puedan caracterizar y evitar.

El tratamiento de tantos datos requiere un estudio estadístico avanzado y a continuación una propuesta de gestión y extracción de toda la información que sea

⁷ *Seminar*: “Experiences in the application of Multimodal Affective Computing for the integral protection of Victims of Gender-based Violence: EMPATHY Project”. Master’s Degree in Industrial Electronics / UPM / Spain (06/2021) and “The use of Technology to fight against Gender-based Violence”. Gender-based Violence Week, Equality Unit / Universidad Autónoma de Madrid / Spain (12/2019)

Panel: “Women and Engineering. Where are we? Where should we be? How to get there?”, Bilbao, sponsored by IEEE CEDA Spain Chapter, DCIS International Conference 2019 <https://events.vtools.ieee.org/m/211204> 11/21/2019

Round Table “Science and Technology in feminine”. 3rd ed., Association of Scientific and Technological Parks in Spain / UC3M / Spain. 10/2020 <https://eventos.uc3m.es/53295/programme/ciencia-y-tecnologia-en-femenino-2020.html>

Lecture “Technologies to protect Gender-based Victims” <https://n9.cl/xs1ytl/> / Madrid / Spain. (02/2020)

Lecture “Do you know how to communicate the innovation? Awards, Crowdfunding... other strategies to communicate Bindi” Spanish Assoc. Scientific Communication <https://cerebroboca.es/programa-2019/> (11/2019)

Lecture UC3M4Safety Team for preventing Gender-based Violence. V Conf. Women in Science and Engineering / Electronic Technology Area/ Univ. Rey Juan Carlos / Madrid / Spain (06/2019) <https://eventos.urjc.es/33429/detail/v-jornadas-de-mujer-en-ciencias-e-ingenieria.html>

Lecture Bindi: Technology to detect and prevent the violence against women. UC3M / Spain (02/2019) <https://t3chfest.es/2019/programa/bindi-tecnologia-para-detectar-prevenir-violencia-contra-las-mujeres/>

útil. ¿Con qué fin? Mejorar la seguridad y protección de las víctimas con algoritmos entrenados de tal manera que sea más refinada cada día que pase. Dado que el sistema evoluciona continuamente, mejorará el protocolo al identificar situaciones, alarmas positivas o falsas alarmas, etc. que hagan modificar las tareas, acciones y requisitos del protocolo.

Varios de los resultados de los objetivos 1 al 4 suministran la base de partida de este objetivo 5. Es necesario conocer las variables elegidas que detectan emociones en situación de riesgo en VG.

Se utilizarán algoritmos entrenados con los datos de alarmas, etc. para hacer patrones de comportamiento de las víctimas y los agresores y que eso les sirva a todos los agentes protectores para redefinir el protocolo o el tipo de acciones de cada parte del protocolo. La colaboración entre los dos grupos del consorcio es crucial en este objetivo, al igual que en todos los demás, puesto que tanto la comprensión de las capacidades del sistema generado en el objetivo 3, como la implementación real de los mecanismos de análisis estadístico diseñados en la segunda tarea de este objetivo, requiere una interacción fluida y un continuo trabajo en equipo.

3.6. Objetivo 6. Extrapolar los resultados a un contexto nacional y europeo

EMPATÍA se planteó como un paso inicial hacia un proyecto más ambicioso de ámbito nacional y europeo. Por un lado, el problema de la Violencia de Género (VG) que abordamos en EMPATÍA es tan sólo una parte del problema de la Violencia Doméstica (VD) que exige una protección integral, no sólo de las mujeres sino también de la infancia, la tercera edad, personas discapacitadas y otros colectivos vulnerables. Desde el punto de vista científico, éste es un problema muy novedoso que requiere métodos y puntos de vista distintos de los convencionales.

Por otro lado, el alcance de la ciencia y la tecnología actuales evoluciona a gran velocidad y las restricciones de diseño aplicables en EMPATÍA serán distintas en el largo plazo con total seguridad (evolución de los métodos de medida, biosensores, del alcance de las baterías, del consumo de los dispositivos, de las redes de comunicaciones, etc.). Estamos asistiendo a una auténtica revolución en el ámbito de los sistemas ciberfísicos y de la computación afectiva de imprevisibles consecuencias.

Además, desde el punto de vista del diseño e implantación de protocolos de protección, somos plenamente conscientes de que no pueden restringirse al ámbito regional, sino que deben armonizarse en el nivel nacional, e incluso con otros países de la UE.

4. CONCLUSIONES

El equipo UC3M4Safety se ha propuesto utilizar la investigación multidisciplinar uniendo diferentes áreas de conocimiento de las ramas de las Ciencias Sociales, las

Humanidades y la Ingeniería para investigar en la detección, prevención y lucha contra la Violencia de Género, mediante la Computación Afectiva Multimodal. La sinergia entre las personas del equipo y la generosa colaboración de las voluntarias, las organizaciones no gubernamentales y las profesionales de los servicios públicos de atención y protección de las víctimas son la clave del éxito de los resultados obtenidos. Aún así, la inversión pública en investigación es lo que asegura la generación de conocimiento, recursos y resultados tangibles para resolver los problemas de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadi, M.K.; Subramanian, R.; Kia, S.; Avesani, P.; Patras, I.; Sebe, N. “DECAF: MEG-based multimodal database for decoding affective physiological responses”. *IEEE T. on Affective Computing*; 6, 209–222, 2015
- Aiken, J. H.; Murphy, J. C. (2012). Evidence Issues in Domestic Violence Civil Cases. *Family Law Quarterly*, 34(1), 4362. CEPOL Conference 2012.
- BioSignalPlex. Research Toolkit System for Physiological Signals. Último Acceso, diciembre 2021. <https://biosignalsplex.com/products/kits/researcher.html>.
Manual de uso:
https://biosignalsplex.com/downloads/docs/manuals/biosignalsplex_User_Manual.pdf
- Blanco Ruiz, M.A.; Gutiérrez Martín, L.; Miranda Calero, J. A.; Canabal Benito, M. F.; Romero Perales, E.; Sainz de Baranda Andújar, C.; San Segundo Manuel, R.; Larrabeiti López, D.; Peláez Moreno, C.; López Ongil, C., (2021-b), "UC3M4Safety Database - List of Audiovisual Stimuli", <https://doi.org/10.21950/CXAAHR>, e-cienciaDatos, V1.
- Blanco Ruiz, M.A.; Gutiérrez Martín, L.; Miranda Calero, J.A.; Canabal Benito, M.F.; Rituerto González, E.; Luis Minguez, C.; Robredo García, J.C.; Morán González, B.; Páez Montoro, A.; Ramírez Bárcenas A; Martínez Rubio, E.; Romero Perales, E.; Sainz de Baranda Andújar, C.; San Segundo Manuel, R.; Larrabeiti López, D.; Peláez Moreno, C.; López Ongil, C. (2021-a). “UC3M4Safety Database: List of Audiovisual Stimuli (Video)”, <https://doi.org/10.21950/LUO1IZ>, e-cienciaDatos V1.

- Blanco-Ruiz, M.A.; Sainz-de Baranda, C.; Gutiérrez-Martín, L.; Romero-Perales, E.; López-Ongil, C. "Emotion elicitation under audiovisual stimuli reception: Should artificial intelligence consider the gender perspective?" *Int. Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 22, 2020: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/22/8534>
- BONI, (2021). "App BONI (panic button) to reduce gender violence against women and girls". Acceleration Action in Sustainable Development Goals (SDG) from UN (#SDGAction 339369) <https://sustainabledevelopment.un.org/partnership/?p=33936>
- Bradberry, T. (2016) "Beyond the restraining order" Bradberry, T. Officer.com. Último acceso diciembre 2021. <https://www.officer.com/investigations/article/12242934/portablealarm-systemsactasaprotectionextensionfordomesticviolence-situations>
- Bradley, M.; Lang, P.J. (1994) "Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential". *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25 (1), 49-59. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0005791694900639>
- Campos Gaviño, M.A.; Larrabeiti López, D. (2020) "Toward Court-Admissible Sensor Systems to Fight Domestic Violence" *MCSS 2020*: 278-291. DOI:10.1007/978-3-030-59000-0_21
- Canabal, M. F.; Miranda, J. A.; Lanza-Gutiérrez, J. M.; Pérez Garcilópez, I.; López-Ongil, C. (2020) "Electrodermal Activity Smart Sensor Integration in a Wearable Affective Computing System" *XXXV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS)*, pp. 1-6, doi: 10.1109/DCIS51330.2020.9268662.
- Cohen, J.C. (2009) Defining identification: a theoretical look at the identification of audiences with media characters. *Mass Communication and Society*, 4 (3), 245-264 URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327825MCS0403_01
- Convenio Estambul (2011). Convenio del Consejo de Europa sobre prevención y lucha contra la violencia contra las mujeres y la violencia doméstica. Estambul, 11V.2011. www.coe.int/conventionviolence.

- Ending GBV (2020). Ending Gender-based violence in Justice and Fundamental Rights web page of European Commission. https://ec.europa.eu/info/policies/justice-and-fundamental-rights/gender-equality/gender-based-violence/ending-gender-based-violence_en
- Escudero Nafs, A.; Polo Usaola, C.; López Gironés, M.; Aguilar Redo, L. (2005). La persuasión coercitiva, modelo explicativo del mantenimiento de las mujeres en una situación de violencia de género. II: Las emociones y las estrategias de la violencia. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, no.96 Madrid oct./dic. 2005.
- Estrategia Madrid (2016). Estrategia Madrileña contra la Violencia de Género (2016 – 2021), Consejería de Asuntos Sociales de la Comunidad de Madrid, 2016. <https://www.comunidad.madrid/transparencia/informacion-institucional/planes-programas/estrategia-madrilena-violencia-genero-20162021>
- HongWei, Ng.; Nguyen, V.D.; Vonikakis, V. and Winkler, S. 2015. “Deep Learning for Emotion Recognition on Small Datasets using Transfer Learning”. In *Proceedings of the 2015 ACM on Int. Conf. on Multimodal Interaction (ICMI '15)*. ACM, New York, NY, USA, 443449.
- Koelstra S.; Muhl, C.; Patras, I. “DEAP: A Database for Emotion Analysis using Physiological Signals” *IEEE T. on Affective Computing*, 2012.
- Larradet, F.; Niewiadomski, R.; Barresi, G.; Caldwell, D.G.; Mattos, L.S. (2020) “Toward Emotion Recognition From Physiological Signals in the Wild: Approaching the Methodological Issues in Real-Life Data Collection” *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01111>
- Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2004/12/28/1/con>
- López-Ossorio, J.J., González-Álvarez, J.L., Andrés-Pueyo, A. (2016) ‘Predictive effectiveness of the police risk assessment in intimate partner violence’, *Psychosocial Intervention*, 25, 1–7
- Mao, Q.; Dong, M.; Huang, Z. and Zhan, Y.; 2014. "Learning Salient Features for Speech Emotion Recognition Using Convolutional Neural Networks," in *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 16, no. 8, pp. 22032213, Dec. 2014.

- Martinez, H. P.; Bengio, Y. and Yannakakis, G.N.; 2013 "Learning deep physiological models of affect," in IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 8, no. 2, pp. 2033, May 2013.
- Mata Gil, S.; Sánchez Cabaco, A.; Fernández Mateos, L. M.; González Díez, S.; Pérez Lancho, M. C (2014) "Protocolo de screening de hipervigilancia emocional en el trastorno de estrés postraumático en víctimas de violencia de género". Int. Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología, N°1Vol.2, 2014. ISSN: 02149877. pp:187204
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). The Basic Emotional Impact of Environments: Perceptual and Motor Skills. <https://doi.org/10.2466/pms.1974.38.1.283>
- Miranda, J.A.; Canabal, M.F.; Lanza-Gutiérrez, J.M.; Portela-García, M.; López-Ongil, C.; Alcaide, T.R. (2017) "Meaningful Data Treatment from Multiple Physiological Sensors in a Cyber-Physical System" XXXII Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS), pp. 100–104.
- Miranda, J.A.; Marino, R.; Lanza-Gutierrez, J.M.; Riesgo, T.; Garcia-Valderas, M.; Lopez-Ongil, C. (2018) "Embedded Emotion Recognition within Cyber-Physical Systems using Physiological Signals" XXXIII Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS). pp. 1–6.
- Miranda, J.A.; Canabal, M.F.; Lanza-Gutiérrez, J.M.; García, M.P.; López-Ongil, C. (2019) "Toward Fear Detection using Affect Recognition" XXXIV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS), pp. 1–4.
- Miranda, J.A.; Canabal, M.F.; Gutiérrez-Martín, L.; Lanza-Gutiérrez, J.M.; López-Ongil, C. (2020) "A Design Space Exploration for Heart Rate Variability in a Wearable Smart Device," XXXV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS) pp. 1-6, doi: 10.1109/DCIS51330.2020.9268628.
- Miranda, J.A.; Canabal, M.F.; Gutiérrez-Martín, L.; Lanza-Gutiérrez, J. M.; Portela-García, M.; López-Ongil, C (2021) "Fear recognition for women using a reduced set of physiological signals," Sensors, vol. 21, no. 5 [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/5/1587>
- Pacto de Estado (2019). Pacto de Estado contra la Violencia de Género. Texto refundido, 2019.

- https://violenciagenero.igualdad.gob.es/pactoEstado/docs/Documento_Refundido_PEVG_2.pdf. Resoluciones y datos sobre Pacto de Estado contra la Violencia de Género, 2021.
<https://violenciagenero.igualdad.gob.es/pactoEstado/>
- Pan, S. J. and Yang, Q.; 2010. "A Survey on Transfer Learning," in IEEE T. on Knowledge and Data Engineering, vol. 22, no. 10, pp. 1345-1359, Oct. 2010.
- Picard, R. W.; 1995. "Affective Computing", MIT Technical Report #321.
- Picard, R. W.; Vyzas, E.; Healey, J. "Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state," in IEEE T. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 10, pp. 1175-1191, Oct. 2001, doi: 10.1109/34.954607
- Protocolo Extremadura (2016). Protocolo Actuación Sanitaria ante la Violencia de Género en Extremadura, 2016. Consejería de Igualdad y Empleo. Junta de Extremadura. Instituto de la Mujer de Extremadura (IME). http://www.juntaex.es/filescms/comunicacion/uploaded_files/2016/Sanidad_y_Politicas_Sociales/11_Noviembre/Protocolo_VG_Definitivo_07112016.pdf
- Protocolo Ministerio Sanidad (2007). Protocolo común para la actuación sanitaria ante la violencia de género. Comisión Contra la Violencia de Género del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo 2007. <http://www.060.es>.
- Quazi, M.T. (2012). "Human emotion recognition using Smart Sensors", Master Thesis, Massey University, New Zealand, 2012.
- Ramírez-Bárceñas, A.; Portela-García, M.; García-Valderas, M.; López-Ongil, C. (2020) "System Dependability in Edge Computing Wearable Devices" XXXV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS) pp. 1-6, doi: 10.1109/DCIS51330.2020.9268674.
- Rincón González, P. P. (2003) Tesis Doctoral: "Trastorno de estrés postraumático en mujeres víctimas de violencia doméstica: evaluación de programas de intervención memoria". Universidad Complutense de Madrid. Presentada para optar al grado de doctor por Paulina Paz Bajo la dirección del Doctor: Francisco Javier Labrador Encinas Madrid, 2003

- Rituerto-González, E.; Luis-Minguez, C.; Peláez-Moreno, C. (2021-a) "Using audio events to extend a multi-modal public speaking database with reinterpreted emotional annotations" IberSPEECH, pp. 61–65. doi: 10.21437/IberSPEECH.2021-13
- Rituerto-González, E.; Miranda, J.A.; Canabal, M.F.; Lanza-Gutiérrez, J.M.; Peláez-Moreno, C.; López-Ongil, C. (2020) "A Hybrid Data Fusion Architecture for BINDI: A Wearable Solution to Combat Gender-Based Violence". In *Multimedia Communications, Services and Security*; Dziech, A., Mees, W., Czyzewski, A., Eds.; Springer. pp. 223–237
- Rituerto-González, Esther; Peláez-Moreno, Carmen. "End-to-end Recurrent Denoising Autoencoder Embeddings for Speaker Identification" (2021-b) *Neural Computing and Applications*. doi.org/10.1007/s00521-021-06083-7
- Rodríguez Hidalgo, A.; Peláez Moreno, C.; Gallardo Antolín, A.; 2018. "Echoic logsurprise: A multiscale scheme for acoustic saliency detection", *Expert Systems with Applications*, vol 114, (pp. 255–266).ç
- Sainz de Baranda, C.; Blanco-Ruiz, M.; Zorrilla-Muñoz, V.; San Segundo Manuel, R. (2020) "El papel de la tecnología en la seguridad y el empoderamiento de las víctimas de violencia de género" X Congreso Nacional de Igualdad: Educando en Igualdad: Respuestas Interdisciplinarias.
- Sainz-de-Baranda, C.; Blanco-Ruiz, M.; Miranda Calero, J.A.; Gutiérrez-Martín, L.; Canabal Benito, M. F.; San Segundo, R.; López-Ongil, C. (2021a). "Perspectiva de género y social en las STEM. La construcción de sistemas inteligentes para detección de emociones" *Sociología y Tecnología*, 11, Extra, 1, 83-115. DOI: 10.24197/st.Extra_1.2021.83-11
- Sainz-de-Baranda, C.; Blanco-Ruiz, M.; San Segundo, R. (2021b). "El rol del audiovisual en la activación de la memoria autobiográfica en víctimas de violencia de género. Cuestiones de género: de la Igualdad y la diferencia", 16, 810-835; DOI: 10.18002/cg.v0i16.6918
- Sainz-de-Baranda, C.; Blanco-Ruiz, M.; Zorrilla, V.; San-Segundo, R. (2021c). "El papel de la tecnología en la seguridad y el empoderamiento de las víctimas de violencia de género". Del Pozo Marca, Figueruelo Burrieza A (Dir.) y Ramos Hernández R. *Formando en la igualdad real: contenidos para un proyecto democrático*. 393-406. Aranzadi, ISBN: 9788413459806

- Sainz de Baranda, C.; Blanco-Ruiz, M. (2021-d) "Gender biases in technology: The case of the Self-Assessment Manikin (SAM) in measuring emotions". 8th European Communication Conference ECREA
- Schmidt, P.; Reiss, A.; Dürichen, R.; Marberger, C.; Van Laerhoven, K.; "Introducing WESAD, a Multimodal Dataset for Wearable Stress and Affect Detection". Proc 20th ACM Int. Conference on Multimodal Interaction, Boulder, CO, USA, 16–20 October 2018
- SDGs-ONU, 2015. Sustainable Development Goals, United Nations Organization, 2015. Last access, December 2021. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- Soleymani, M.; Lichtenauer, J.; Pun, T.; Pantic, M. "A Multimodal Database for Affect Recognition and Implicit Tagging". IEEE T. on Affect. Comput.; 3, 42–55, 2012
- Subramanian, R.; Wache, J.; Abadi, M.; Vieriu, R.; Winkler, S.; Sebe, N. "ASCERTAIN: Emotion and Personality Recognition using Commercial Sensors". IEEE T. on Affect. Comput.; 9, 147–160, 2017
- Tratado Lisboa (2007). Tratado de Lisboa por el que se modifican el Tratado de la Unión Europea y el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, firmado en Lisboa el 13 de diciembre de 2007. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=OJ:C:2007:306:TOC>
- VG-Ayto. Sevilla (2018). Análisis y Propuesta de Mejora de Actuación en Materia de Violencia de Género. Delegación de la Mujer. Ayuntamiento de Sevilla. Ultimo acceso, diciembre 2021. <https://www.sevilla.org/servicios/mujer-igualdad/planesnormativasypublicaciones/publicaciones/analisisypropuestademejoradeactuacionenmateriadeviolenciadegenero.pdf>
- Vogt, T.; André, E.; Wagner, J. (2008). "Automatic Recognition of Emotions from Speech: A Review of the Literature and Recommendations for Practical Realisation", Affect and Emotion in HumanComputer Interaction, LNCS, 4868, 75–91.
- Walker Leonor, E. (1984). The Battered Woman Syndrome. New York, USA: Springer.

Zorrilla-Muñoz, V.; de Lamo Velado, I.; Nieto Rojas, P. "Modelo De Mejora Político-Social De Protocolos De Atención A Las Víctimas De Violencia De Género" (2020) VIII Congreso de la Red Española de Política Social